

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 978 682 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
30.11.2005 Patentblatt 2005/48

(51) Int Cl.7: **F17C 9/00, F17C 5/02**

(21) Anmeldenummer: **99114326.4**

(22) Anmeldetag: **21.07.1999**

(54) **Vorrichtung zur Bereitstellung einer kryogenen Flüssigkeit**

Apparatus for providing cryogenic liquid

Dispositif de fourniture d'un liquide cryogénique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(30) Priorität: **05.08.1998 DE 19835285**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.02.2000 Patentblatt 2000/06

(73) Patentinhaber: **SAUERSTOFFWERK
FRIEDRICH GUTTROFF GMBH
D-97877 Wertheim (DE)**

(72) Erfinder: **Tallafus, Ottmar
74722 Buchen (DE)**

(74) Vertreter: **Dimmerling, Heinz
Guntherstrasse 3
76185 Karlsruhe (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-C- 664 322 DE-C- 673 594
DE-C- 699 711 DE-C- 725 581
DE-C- 19 704 362 GB-A- 609 829
US-A- 5 231 838 US-A- 5 771 946**

EP 0 978 682 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

schen dem Vorratsbehälter und dem höheren Niveau eine Druckdifferenz erzeugt, unter deren Wirkung das Flüssiggas aus dem Vorratsbehälter auf das höhere Niveau gefördert wird. Hinweise auf die Vermeidung einer Erwärmung des Flüssiggases beim Umfüllen lassen sich der Druckschrift nicht entnehmen.

[0013] Darüber hinaus ist aus der DE 725 581 C ein Verfahren zur Entleerung und zur Füllung von Verbrauchsbehältern mit Butan und anderen Flüssiggasen bekannt, welche bei tiefen Außentemperaturen einen zur Entleerung des Verbrauchsbehälters nicht ausreichenden Sättigungsdruck besitzen und deshalb durch Überführung von Stickstoff oder anderen permanenten Gasen, die bei der betreffenden tiefen Außentemperatur einen wesentlich höheren Sättigungsdruck aufweisen als das Flüssiggas aus einem besonderen Druckbehälter in den Verbrauchsbehälter aus diesem herausgedrückt werden, wobei das Flüssiggas vor Überfüllung in den Verbrauchsbehälter mit dem den Zusatzdruck liefernden permanenten Gas gesättigt wird. Das zur Sättigung des Flüssiggases dienende Gas in den Flüssigkeitsinhalt eines zwischen dem Lagerbehälter und dem zu füllenden Verbrauchsbehälter angeordneten Zwischenbehälter eingeleitet. Hinweise auf die Vermeidung einer Erwärmung des Flüssiggases bei der Füllung des Verbrauchsbehälters enthält die Druckschrift nicht.

[0014] Darüber hinaus ist aus der DE 664322 C eine Einrichtung zum Umfüllen von verflüssigten brennbaren Gasen bekannt, bei der der zu füllende Behälter zunächst überfüllt und dann die seine zugelassene Füllung überschreitende Flüssigkeitsmenge durch Umkehr des Flüssigkeitsstromes in der Förderleitung aus ihm in einen Zwischenbehälter überführt wird. Der Zwischenbehälter ist in einem Leitungsteil angeordnet, der beim nächsten Füllvorgang derart unter der Einwirkung der Umfüllpumpe steht, daß der Zwischenbehälter zwangsläufig entleert wird. Hinweise auf die Vermeidung einer Erwärmung des Flüssiggases beim Umfüllen lassen sich der Druckschrift nicht entnehmen.

[0015] Aus der DE 197 04 362 C1, welche als nächstliegender Stand der Technik anzugeben ist, ist eine Betankungseinrichtung für kryogene Kraftstoffe bekannt, bei der innerhalb eines ersten Speicherbehälters ein zweiter Speicherbehälter angeordnet ist. Das Volumen des zweiten Speicherbehälters ist kleiner als das Volumen des ersten Speicherbehälters und gleich groß oder größer als das Volumen des oder der Speicherbehälter des mittels der Betankungseinrichtung zu betankenden Fahrzeugs.

[0016] Es ist Aufgabe der Erfindung eine eingangs genannte Vorrichtung derart auszubilden, daß die Zuleitung im wesentlichen ohne aufwendige Isolierung auskommt.

[0017] Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich aus den Merkmalen des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0018] Gemäß der Erfindung ist ein Zwischenspei-

cher vorgesehen, welcher über einen ersten Leitungsteil mit dem Vorratstank verbunden ist und über einen zweiten Leitungsteil mit dem Verbraucher verbunden ist. Der Zwischenspeicher ist in ähnlicher Weise wie der Vorratstank wärmeisoliert.

[0019] Der Zwischenspeicher, dessen Fassungsvermögen regelmäßig nur einen Bruchteil des Fassungsvermögens des Vorratstanks entspricht, läßt sich wegen seiner geringen Größe mühelos in der Nähe des Verbrauchers anordnen. Hierdurch kann der zweite meistens wärmeisolierten Leitungsteil, mittels welchem der Verbraucher mit dem Zwischenspeicher verbunden ist, sehr kurz gehalten werden. Der erste Leitungsteil, mittels dem der Zwischenspeicher mit dem Vorratstank verbunden ist, ist dementsprechend sehr lang. Regelmäßig beträgt die Länge des zweiten Leitungsteils weniger als die Hälfte der Länge des ersten Leitungsteils. Häufig beträgt sie nur ein Viertel oder ein Achtel. Sie kann aber auch weniger als ein Zehntel betragen.

[0020] Durch die erfindungsgemäße Anordnung ist es in vorteilhafter Weise möglich, darauf zu verzichten, den ersten Leitungsteil zu isolieren. Der erste Leitungsteil braucht somit keine besondere Isolierung mehr aufzuweisen. Der Wärmeverlust des ersten Leitungsteils kann größer als 20 Watt pro Meter sein. Er kann beispielsweise 30 Watt pro Meter betragen oder sogar größer als 35 Watt pro Meter, beispielsweise 40 Watt pro Meter sein. In der Regel wird der erste Leitungsteil allenfalls mit einer Schutzisolierung versehen werden. So kann er mit einer Isolierung gegen Korrosion oder mechanische Beschädigungen versehen sein oder einen Schutz gegen Berühren der kalten Leitung aufweisen. Es braucht nur noch der zweite, sehr kurze Leitungsteil isoliert zu werden. Denn die dem Verbraucher zugeführte kryogene Flüssigkeit steht vor der Zuführung nur noch in dem zweiten Leitungsteil. Der Wärmeleitwert der Isolierung des zweiten Leitungsteils kann beispielsweise 1 bis 2 Watt pro Meter betragen.

[0021] Damit die in dem zweiten Leitungsteil stehende kryogene Flüssigkeit sich nicht erwärmt und in den gasförmigen Zustand übergeht, sollte der zweite Leitungsteil mit einer Isolierung versehen werden. Die Isolierung hängt davon ab, wieviel Flüssigkeit pro Zeiteinheit dem Verbraucher zugeführt wird. Ist die zugeführte Menge gering, muß eine sehr gute Isolierung gewählt werden, ist die dem Verbraucher zugeführte Flüssigkeitsmenge groß, sind nicht so hohe Anforderungen an die Isolierung zu stellen. Wegen der Kürze des zweiten Leitungsteils kann in besonderen Fällen sogar gänzlich auf eine Isolierung des zweiten Leitungsteils verzichtet werden.

[0022] Da der erste Leitungsteil keine Wärmeisolierung haben muß, kann auf eine Standardleitung zurückgegriffen werden. Hierdurch ergibt sich ein sehr großer Kostenvorteil. Denn, durch die fehlende Wärmeisolierung ist der erste Leitungsteil nicht nur einfacher herzustellen, sondern läßt sich darüber hinaus auch bedeutend einfacher handhaben, so daß sich die Leitungs-

station wesentlich vereinfacht. In der Praxis ergibt sich dadurch eine Kosteneinsparung von ca. 90 %.

[0023] Durch den ersten Leitungsteil fließt nur noch dann eine kryogene Flüssigkeit, wenn der Zwischenspeicher, nachdem er nahezu entleert wurde, wieder aufgefüllt wird. Beim Auffüllen kann eine große Menge Flüssigkeit pro Zeiteinheit durch den ersten Leitungsteil geschickt werden, so daß sich die Flüssigkeit nur kurzzeitig im ersten Leitungsteil befindet und somit keine Zeit hat, sich zu erwärmen.

[0024] Um die Flüssigkeitsmenge pro Zeiteinheit zu vergrößern und damit die Verweilzeit der Flüssigkeit im ersten Leitungsteil zu verringern, wird der Querschnitt des ersten Leitungsteils zweckmäßigerweise sehr groß gewählt. So ist es vorteilhaft, für den ersten Leitungsteil ein Rohr mit einem Durchmesser von ca. 20 Millimeter zu verwenden. Aber auch bei einem Rohr mit einem Durchmesser von 15 Millimetern kann die kryogene Flüssigkeit ohne wesentliche Erwärmung durch den ersten Leitungsteil geschickt werden.

[0025] Als besonders zweckmäßig hat sich eine Ausführungsform der Erfindung herausgestellt, bei der der erste Leitungsteil an seinem dem Zwischenspeicher zugewandten Ende eine Abzweigung aufweist, mittels welcher während einer ersten Füllphase sich in dem ersten Leitungsteil befindliches Gas abgeleitet werden kann. Denn, wenngleich sich auch die im ersten Leitungsteil befindliche kryogene Flüssigkeit während der Befüllung des Zwischenspeichers nicht wesentlich erwärmt, so geht anfänglich ein sehr kleiner Teil der sich im ersten Leitungsteil befindlichen kryogenen Flüssigkeit in den gasförmigen Zustand über.

[0026] Denn die Zeit zwischen zwei Füllvorgängen des Zwischenspeichers kann zwischen wenigen Stunden und mehreren Tagen betragen. Um zu verhindern, daß sich das im ersten Leitungsteil anfänglich entstandene Gas in den Zwischenspeicher gelangt, wird es über die Abzweigung am Zwischenspeicher vorbei beispielsweise ins Freie geleitet. Hierbei ist es besonders zweckmäßig, daß der erste Leitungsteil in seinem dem Zwischenspeicher zugewandten Ende ein Ventil aufweist, mittels dem die Zuführung zum Zwischenspeicher während der Phase, während der das im ersten Leitungsteil entstandene Gas über die Abzweigung am Zwischenspeicher vorbeigeleitet wird, verschließbar ist.

[0027] Nachdem die Abzweigung geöffnet und die Zuführung zum Zwischenspeicher geschlossen ist, wird vom Vorratstank kryogene Flüssigkeit in den ersten Leitungsteil geleitet. Hierdurch entweicht zunächst das in dem ersten Leitungsteil befindliche Gas aus dem ersten Leitungsteil. Durch die aus dem Vorratstank in den ersten Leitungsteil geleitete kryogene Flüssigkeit kühlt der erste Leitungsteil sehr schnell ab, wodurch sich die nachfolgende kryogene Flüssigkeit nicht mehr wesentlich erwärmt, und in ihrem flüssigen Zustand verbleibt.

[0028] Besonders vorteilhaft ist es, wenn ein Temperatursensor vorgesehen ist, mittels welchem die Temperatur des sich an dem Zwischenspeicher zugewand-

ten Ende des ersten Leitungsteils in der Leitung befindlichen Mediums feststellbar ist. Mittels des Sensors kann somit festgestellt werden, ob sich im ersten Leitungsteil noch Gas befindet oder der erste Leitungsteil bereits wieder völlig mit einer kryogenen Flüssigkeit gefüllt ist. Befindet sich im ersten Leitungsteil bereits wieder nur kryogene Flüssigkeit, so wird die Zuführung zum Zwischenspeicher mittels des Ventils geöffnet und die Abzweigung geschlossen. Hierdurch gelangt die durch den ersten Leitungsteil fließende kryogene Flüssigkeit sehr schnell in den Zwischenspeicher.

[0029] Weitere Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines besonderen Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung.

[0030] Es zeigt die einzige Figur eine erfindungsgemäße Anordnung.

[0031] Wie der Zeichnung entnommen werden kann, ist ein Vorratstank 1 über einen ersten Leitungsteil 2' mit einem Zwischenspeicher 4 verbunden. Der erste Leitungsteil 2' ist über ein Haupt-Magnetventil 10 mit einem Auslaß 11 des Vorratstanks 1 verbunden. Im Vorratstank 1 befindet sich flüssiger Stickstoff (LN₂). Der flüssige Stickstoff wird über einen Einlaß 12 in den Vorratstank 1 geleitet. Der flüssige Stickstoff wird regelmäßig mittels Tanklastwagen angeliefert. Der Vorratstank 1 hat ein Fassungsvermögen von etwa 30.000 Litern. Zur Vermeidung einer Erwärmung des flüssigen Stickstoffs ist der Vorratstank 1 mittels Hochvakuum wärmeisoliert. Der Druck im Vorratstank 1 beträgt etwa 1 bis 15 bar, vorzugsweise 6 bis 7 bar.

[0032] Der erste Leitungsteil 2' kann eine Länge von 50 bis 200 Meter haben. Eine übliche Länge des ersten Leitungsteils 2' ist 70 Meter. Der Querschnitt des ersten Leitungsteils 2' beträgt etwa 200 Quadratmillimeter. Der erste Leitungsteil besteht aus einem nicht wärmeisolierten Rohr.

[0033] Am dem Zwischenspeicher 4 zugewandten Ende des ersten Leitungsteils 2' ist ein Temperatursensor 6 vorgesehen, mittels dem die Temperatur des sich an der Stelle im ersten Leitungsteil 2' befindlichen Mediums feststellbar ist. Die Temperatur kann zwischen minus 147 ° C und minus 196 ° C liegen. Der erste Leitungsteil 2' teilt sich an seinem dem Zwischenspeicher zugewandten Ende in zwei Zweige auf. Beide Zweige sind mit dem Zwischenspeicher 4 verbunden. Der erste Zweig ist mit einem Einlaß 17, der zweite Zweig mit einem zweiten Auslaß 16 verbunden. Im ersten Zweig ist ein erstes Magnetventil 7 angeordnet. Im zweiten Zweig sind ein zweites Magnetventil 8 und ein drittes Magnetventil 9 angeordnet. Zwischen dem zweiten Magnetventil 8 und dem dritten Magnetventil 9 befindet sich eine erste Abzweigung 5.

[0034] Der Zwischenspeicher 4 hat ein Fassungsvermögen von etwa 600 Liter. Er ist in ähnlicher Weise wie der Vorratstank 1 mittels Hochvakuum wärmeisoliert. An einem ersten Auslaß 15 des Zwischenspeichers 4 ist ein zweiter Leitungsteil 2'' angeschlossen. Der zweite Lei-

tungsteil 2" ist etwa 5 m lang und wärmeisoliert. Mittels des zweiten Leitungsteils 2" ist ein Verbraucher 3 mit dem Zwischenspeicher 4 verbunden. Der Verbraucher 3 kann beispielsweise ein Tumbler oder eine Kühl- und Frostanlage sein. Die vom Verbraucher 3 benötigte Menge an kryogener Flüssigkeit kann etwa 5 bis 10 Liter pro Minute betragen. Sie kann in Intervallen von etwa 5 Minuten Dauer und 5 Minuten Pause zugeführt werden. Zur geregelten Zuführung von kryogener Flüssigkeit zum Verbraucher 3 ist ein viertes Magnetventil 14 im zweiten Leitungsteil 2" angeordnet. An seinem dem Verbraucher 3 zugewandten Ende weist der zweite Leitungsteil 2" eine zweite Abzweigung 18 auf, in welcher ein fünftes Magnetventil 13 angeordnet ist.

[0035] Die dem Verbraucher 3 zugeführte kryogene Flüssigkeit wird über den zweiten Leitungsteil 2" dem Zwischenspeicher 4 entnommen. Der Druck im Zwischenspeicher 4 beträgt etwa 2 bis 5 bar. Für den Fall, daß sich im zweiten Leitungsteil 2" wegen einer zu langen Verweildauer bereits Gas gebildet hat, wird zunächst das fünfte Magnetventil 13 geöffnet und das sich im zweiten Leitungsteil 2" befindliche Gas über die zweite Abzweigung 18 ins Freie geleitet. Nachdem das Gas aus dem zweiten Leitungsteil 2" entfernt und der zweite Leitungsteil 2" wieder vollständig mit kryogener Flüssigkeit gefüllt ist, wird das fünfte Magnetventil 13 geschlossen und das vierte Magnetventil geöffnet, so daß dem Verbraucher 3 von Anfang an kryogene Flüssigkeit zugeführt werden kann.

[0036] Wenn der Zwischenspeicher 4 nahezu leer ist, wird das Haupt-Magnetventil 10 geöffnet. Da sich im ersten Leitungsteil 2' wegen der langen Verweilzeit Gas gebildet hat, wird zunächst das zweite Magnetventil 8 geöffnet und das erste Magnetventil 7 sowie das dritte Magnetventil 9 geschlossen. Hierdurch wird erreicht, daß das sich in dem ersten Leitungsteil 2' befindliche Gas während einer ersten Füllphase über die erste Abzweigung 5 ins Freie strömt. Durch die vom Vorratstank 1 in den ersten Leitungsteil 2' geleitete kryogene Flüssigkeit kühlt sich der erste Leitungsteil 2' sehr schnell ab, so daß die Flüssigkeit nach sehr kurzer Zeit nicht mehr in den gasförmigen Zustand übergeht. Wird mittels des Temperatursensors 6 festgestellt, daß sich an dem Zwischenspeicher 4 zugewandten Ende im ersten Leitungsteil 2' kryogene Flüssigkeit befindet, wird das zweite Magnetventil 8 geschlossen und das erste Magnetventil 7 geöffnet. Hierdurch gelangt über den Einlaß 17 des Zwischenspeichers 4 kryogene Flüssigkeit in den Zwischenspeicher 4.

[0037] Da sich im Zwischenspeicher 4 im Laufe der Zeit Gas gebildet haben kann, bleibt das dritte Magnetventil 9 zunächst geöffnet, so daß das von der in den Zwischenspeicher 4 geleiteten Flüssigkeit verdrängte Gas über den zweiten Auslaß 16 und die erste Abzweigung 5 entweichen kann. Nachdem der Zwischenspeicher 4 ausreichend mit kryogener Flüssigkeit gefüllt ist, werden das erste Magnetventil 7 und das dritte Magnetventil 9 wieder geschlossen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bereitstellung einer kryogenen Flüssigkeit mit einem Vorratstank (1) und einer Zuleitung (2', 2''), mittels welcher die kryogene Flüssigkeit zu einem Verbraucher (3) geleitet wird, und mit Mitteln (4) zur Vermeidung einer Erwärmung der kryogenen Flüssigkeit bei der Zuleitung zum Verbraucher (3),
dadurch gekennzeichnet,
daß die Mittel (4) durch einen separat aufgestellten Zwischenspeicher (4) gebildet werden, welcher über einen ersten Leitungsteil (2') der Zuleitung mit dem Vorratstank (1) verbunden ist und über einen zweiten Leitungsteil (2'') der Zuleitung mit dem Verbraucher (3) verbunden ist, wobei die Länge des zweiten Leitungsteils (2'') weniger als die Hälfte der Länge des ersten Leitungsteils (2') beträgt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß der erste Leitungsteil (2') keine Kälteisolierung aufweist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß der erste Leitungsteil (2') an seinem dem Zwischenspeicher (4) zugewandten Ende eine erste Abzweigung (5) aufweist, mittels welcher während einer ersten Phase sich in dem ersten Leitungsteil (2') befindliches Gas abgeleitet wird.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein Temperatursensor (6) vorgesehen ist, mittels welchem die Temperatur des sich am dem Zwischenspeicher (4) zugewandten Ende des ersten Leitungsteils (2') in der Leitung befindlichen Mediums feststellbar ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein erstes Ventil (7) vorgesehen ist, mittels dem der erste Leitungsteil (2') an seinem dem Zwischenspeicher (4) zugewandten Ende während der ersten Phase verschließbar ist.

Claims

1. Apparatus for providing a cryogenic liquid, having a supply tank (1) and a feed line (2', 2'') by means of which the cryogenic liquid is fed to a consumer (3), and means (4) for avoiding warming of the cryogenic liquid during feeding to the consumer (3), **characterised in that** the means (4) comprise a separately constructed intermediate store (4) which is linked via a first line section (2') of the feed line to

the supply tank (1) and is linked via a second line section (2'') of the feed line to the consumer (3), whereby the length of the second line section (2'') is less than half the length of the first line section (2').

2. Apparatus according to claim 1, **characterised in that** the first line section (2') has no heat insulation.
3. Apparatus according to claim 1 or 2, **characterised in that**, on its end facing towards the intermediate store (4), the first line section (2') has a first branch (5) by means of which gas situated in the first line section (2') is conducted away during a first phase.
4. Apparatus according to one of the claims 1 to 3, **characterised in that** a temperature sensor (6) is provided by means of which the temperature of the medium situated in the line at the end of the first line section (2') facing towards the intermediate store (4) is measurable.
5. Apparatus according to one of the claims 1 to 4, **characterised in that** a first valve (7) is provided by means of which the first line section (2') may be closed at its end facing towards the intermediate store (4) during the first phase.

(2') du conduit, est évacué au cours d'une première phase.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé par le fait** qu'il est prévu une sonde thermométrique (6) au moyen de laquelle peut être constatée la température du fluide situé, dans le conduit, à l'extrémité de la première partie (2') dudit conduit qui est tournée vers l'accumulateur intermédiaire (4).
5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé par le fait** qu'il est prévu une première vanne (7) au moyen de laquelle la première partie (2') du conduit peut être obturée, au cours de la première phase, à son extrémité tournée vers l'accumulateur intermédiaire (4).

Revendications

1. Dispositif de fourniture d'un liquide cryogénique, comprenant un récipient de réserve (1) et un conduit d'amenée (2', 2'') au moyen duquel ledit liquide cryogénique est dirigé vers un appareil consommateur (3), ainsi que des moyens (4) pour éviter un réchauffage du liquide cryogénique lors de la délivrance audit appareil consommateur (3), **caractérisé par le fait** que lesdits moyens (4) sont matérialisés par un accumulateur intermédiaire (4) qui est implanté séparément, est relié au récipient de réserve (1) par l'intermédiaire d'une première partie (2') du conduit d'amenée, et est relié à l'appareil consommateur (3) par l'intermédiaire d'une seconde partie (2'') dudit conduit d'amenée.
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé par le fait** que la première partie (2') du conduit ne présente aucune isolation contre le froid.
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé par le fait** que la première partie (2') du conduit comporte, à son extrémité tournée vers l'accumulateur intermédiaire (4), une première bifurcation (5) au moyen de laquelle du gaz, situé dans ladite première partie

